

Requested Patent: JP2000285423A
Title: THIN FILM MAGNETIC HEAD ;
Abstracted Patent: JP2000285423 ;
Publication Date: 2000-10-13 ;
Inventor(s): MOCHIZUKI MASABUMI; SASAKI GAKUO ;
Applicant(s): HITACHI METALS LTD ;
Application Number: JP19990090586 19990331 ;
Priority Number(s): ;
IPC Classification: G11B5/39; G11B5/31 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a magnetic flux change of a magnetic pole keep up with a change of necessary recording signals by constituting a middle magnetic pole of at least two or more different materials, and setting a magnetic permeability of the material of a layer of the middle magnetic pole at the side of a lower shield smaller than a magnetic permeability of the material of a layer at the side of an upper magnetic pole. **SOLUTION:** The thin film magnetic head has a middle magnetic pole of two layers. A material of the magnetic layer at the side of a lower shield is an NiFe alloy of an Ni concentration of 70-85 wt.% and a relative magnetic permeability μ_m of 1000, and a material of the magnetic layer at the side of an upper magnetic pole is an NiFe alloy of the Ni concentration of 40-50 wt.% and the relative magnetic permeability μ_m of 2500. A recording magnetic field rises quickly in the constitution. Therefore, a delay of a magnetic flux change of the magnetic pole to a change of necessary recording signals can be reduced without decreasing the recording magnetic field. A composition ratio may be changed or a third element, e.g. P or the like may be added to change the relative magnetic permeability μ_m in the constitution.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-285423

(P2000-285423A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーム(参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 3

5/31

5/31

K 5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-90586

(22) 出願日

平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 望月 正文

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社磁性材料研究所内

(72) 発明者 佐々木 岳夫

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号日立金属株式会社内

Fターム(参考) 5D033 AA02 BB43

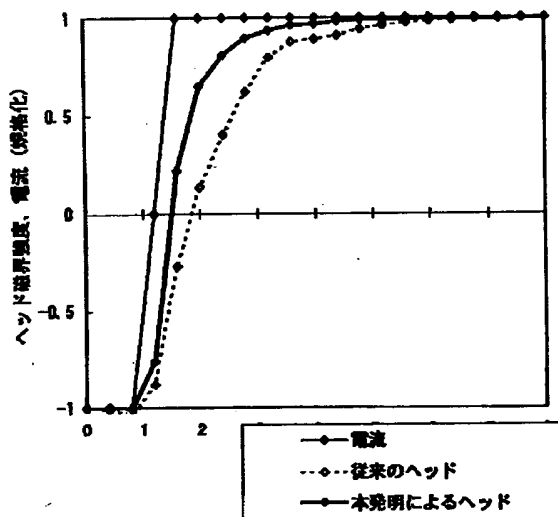
5D034 AA03 BA03 BA18 BB09 BB12

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 高周波の記録信号の変化に対する磁束変化の遅れを抑制した磁極構造を備える薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 中部磁極を2種類以上の異なる材料で構成させ、記録磁界の発生に寄与する上部磁極側の層の材料には高Bs、高μ材料を用い、それ以外の下部シールド側の層には低μ材料を備えた磁気抵抗効果型ヘッドを用いる。これにより、必要な記録信号の変化に対する磁極の磁束変化の遅れを減少させ、オーバーライト特性(O/W)や非線型磁化遷移点シフト(NLTS)などの記録再生特性が劣化を抑制する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部シールドと中部磁極の間にMR素子を有し、中部磁極と上部磁極の間に薄膜コイルを配した薄膜磁気ヘッドであって、中部磁極が少なくとも2種類以上の異なる材料で構成され、前記中部磁極において、下部シールド側の層の材料の透磁率が上部磁極側の層の材料の透磁率よりも小さいことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、中部磁極の上部磁極側が下部シールド側の層に対して凸形状に形成されたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 請求項2に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、中部磁極は、下部シールド側の層の材料がNi濃度70～85wt%のNiFe合金であり、上部磁極側の層の材料がNi濃度40～50wt%のNiFe合金であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 請求項2に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、中部磁極は、下部シールド側の層の材料がCo:82～92wt%、Ta:3wt%以上、Zr:2wt%以上の組成を有し、上部磁極側の層の材料がNi濃度40～50wt%のNiFe合金であることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は記録・再生分離の磁気ヘッドに係り、特に高密度高周波デジタル記録を可能な薄膜磁気ヘッドに関わる。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録装置の記録密度の向上は著しく、計算機用の磁気ディスク装置の分野では、記録密度の増加が年率60%以上の割合で進んでいる。1平方インチあたり1Gb以上の記録密度を達成するために、再生用の磁気ヘッド（以下、再生ヘッドと称す）として、従来のインダクティブ型よりも格段に再生出力の高い磁気抵抗効果素子（以下、MR素子と称す）を用いたMRヘッドが実用化されている。一方、記録用の磁気ヘッド（以下、記録ヘッドと称す）には、従来の電磁誘導現象を利用したインダクティブ型の薄膜ヘッドが用いられている。現実には、この再生ヘッドと記録ヘッドを一体に組み合わせたMR複合薄膜磁気ヘッドが用いられている。以下、このMR複合薄膜磁気ヘッドを薄膜磁気ヘッドと称する。

【0003】図10は現在用いられている薄膜磁気ヘッドの構造を示している。基板1の上に、下部シールド2、絶縁層3、中部磁極4が形成され、下部シールド2と中部磁極4の間に、MR素子5が構成されている。ここで中部磁極4はシールドとしての機能も備える。中部磁極4の上に記録ギャップ膜6が形成され、さらに薄膜コイル7が形成されている。薄膜コイルを絶縁するため

に絶縁層8が形成され、さらに上部磁極9が形成され最上層にこれらを保護するための保護層10が形成されている。この薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイル7に記録電流を印加して上部磁極9と中部磁極4に記録磁束を誘起して、記録ギャップ近傍で上部磁極と中部磁極からの漏洩磁界により、浮上面11の近傍に設置した記録媒体に磁化パターンを記録する。再生は記録媒体の磁化パターンから発生する磁界をMR素子で検出する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】磁気ディスク装置の分野では、高密度、高周波化が進んでいる。周波数が高くなった場合には、必要な記録信号の変化に、磁極の磁束変化が追従できず記録磁界の立ち上がり時間に遅れが生じる。この遅延は、オーバーライト特性（O/W）や非線型磁化遷移点シフト（Non Linear Transition Shift; NLTS）などの記録再生特性が劣化するという問題がある。必要な記録信号の変化に、いかに磁極の磁束変化を追従させるかということが、従来技術の解決すべき課題である。本発明の目的は、この問題点を抑制した薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部シールドと中部磁極の間にMR素子を有し、中部磁極と上部磁極の間に記録用の薄膜コイルを配した薄膜磁気ヘッドであって、中部磁極が少なくとも2種類以上の異なる材料で構成され、前記中部磁極において、下部シールド側の層の材料の透磁率が上部磁極側の層の材料の透磁率よりも小さいことを特徴とする。さらに、上部磁極側の磁性膜に高Bsかつ高 μ の材料を用い、下部シールド側の磁性膜に低 μ 材料を用いてもよい。

【0006】本発明の他の磁気ヘッドは、上記の薄膜磁気ヘッドにおいて、中部磁極は、下部シールド側の磁性層の材料がNi濃度70～85wt%のNiFe合金であり、上部磁極側の磁性層の材料がNi濃度40～50wt%のNiFe合金であることを特徴とする。

【0007】本発明の他の磁気ヘッドは、上記の薄膜磁気ヘッドにおいて、中部磁極は、下部シールド側の磁性層の材料がCo:85～95wt%、Ta:3wt%以上、Zr:2wt%以上の組成を有し、上部磁極側の磁性層の材料がNi濃度40～50wt%のNiFe合金であることを特徴とする。前記Coの組成比は、Co:82～92wt%とすることができる。

【0008】本発明の他の磁気ヘッドは、上記の薄膜磁気ヘッドにおいて、中部磁極は、上部磁極側が下部シールド側の層に対して凸形状に形成されたことを特徴とする。

【0009】次に、本発明の作用について説明する。一般に、磁気回路のインダクタンス（以下、Lと略す。）は、磁気回路を流れる磁束（以下、Bと略

す。)、磁気回路の体積(以下、 V と略す。)に比例する事が知られている。磁気ヘッドを磁気回路と考えると、このインダクタンスを小さくすることにより記録信号の変化に対する磁極の磁束変化の遅れ時間が小さくできる。

【0010】しかし、磁気記録装置の高記録密度化に伴い、記録磁極には高い飽和磁束密度(以下、 B_s と略す。)の材料が用いられ、 L は大きくなる傾向にある。また、 V は小さくなる傾向にあるが、それにも限界がある。そこで、我々は B とその流れやすさを示す比透磁率(以下、 μ と略す。)に着目した。 B が大きくなると、その分だけ L が大きくなるが、 μ と B の関係を最適化する事でより小さい L で同じ磁気ヘッドの磁界 H を得られる。

【0011】磁気ヘッドの上部磁極は B_s の高い材料を用いられ、その役割は一つで記録磁界を発生させることである。一方、中部磁極は記録磁界を発生させる役割と共にMR素子のシールドの役目を担っている。そこで、本発明は中部磁極の役割を二つ考え、記録磁界強度を減少させることなく、磁気回路としての磁気ヘッドの L を減少させ、必要な記録信号の変化に、磁極の磁束変化を追従させることを目的としている。

【0012】まず、我々は、中部磁極の μ の L への影響を検討した。そして、中部磁極の μ が大きくなっても記録ヘッドの L は大きくなる事を見出した。この原因は、前述したように μ が大きくなって中部磁極を流れる B が大きくなるからである。そして、この時、発生する記録磁界強度の変化は L の変化より小さいことを見出した。これは、中部磁極の一部が記録磁界の発生に寄与しており、その他の部分は寄与していないからである。そこで、記録磁界を減少させることなく、磁気回路としての磁気ヘッドの L 減少させ、必要な記録信号の変化に、磁極の磁束変化が追従させることをはかった。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本発明に関わる実施形態を説明する。図1は、記録磁界の立ち上がりの改善を説明するグラフである。図4および図5は本発明の一実施形態の薄膜磁気ヘッドの断面図である。図2は、図4の薄膜磁気ヘッドの特性を示すグラフである。図3は、図5の薄膜磁気ヘッドの特性を説明するグラフである。

【0014】(実施形態1)図1に、薄膜磁気ヘッドの記録磁界の立ち上がり特性を示す。同図中、本発明の薄膜磁気ヘッドは、中部磁極が2層であって、下部シールド側の磁性層の材料がNi濃度80wt%のNiFe合金で $\mu=1000$ であり、上部磁極側の磁性層の材料がNi濃度45wt%のNiFe合金で $\mu=2500$ である。比較のために、従来例として中部磁極がすべてNi濃度80wt%のNiFe合金で $\mu=2500$ とした薄膜磁気ヘッドの特性も示す。図1に示すように、従来の

構成に比べて本発明の構成は記録磁界の立ち上がりが早い。したがって、本発明によれば記録磁界を減少させることなく、必要な記録信号の変化に対する磁極の磁束変化の遅れを減少させることができる。上記の構成にて μ を変化させるには組成比を変えても良いし、第3の元素、たとえばP等を添加してもよい。

【0015】(実施形態2)次に、シミュレーションで中部磁極の μ と薄膜磁気ヘッドの L との関係を調べた。その結果を図2に示す。図2の横軸は中部磁極の μ に相当し、左側の縦軸は磁極のインダクタンス L [nH]を示し、右側の縦軸は記録ヘッドから生じる磁界強度 $[Oe]$ である。図中の矢印は、各々のデータが関係する軸を指す。図2から明らかなように、中部磁極の μ が小さくなると記録ヘッドの L が小さくなる。この時、発生する記録磁界強度の変化は L の変化より小さい。この測定には、図4の薄膜磁気ヘッドを用いる。

【0016】図4の薄膜磁気ヘッドは中部磁極を2層で構成する。積層の順序を説明する。まず、絶縁膜を被覆したアルミナチタンカーバイド基板1の上に、NiFe合金の下部シールド2と、アルミナ膜とMR素子5とアルミナ膜と、下部シールド側の中部磁極層42と、上部磁極側の中部磁極層41を積層して構成する。前記MR素子5を挟むアルミナ膜同士は再生ギャップとして機能する絶縁層3を構成する。次に中部磁極41の上に記録ギャップ膜6と、薄膜コイル7と、薄膜コイル7の隙間を埋めるレジストの絶縁層8と、上部磁極9を形成した。上部磁極9は先端部で記録ギャップ膜を介して中部磁極と対向し、その中央部で薄膜コイルを覆い、その後部で中部磁極と接合させる。この上部磁極9の上には保護膜10を被覆する。各々の膜を適宜の形状・厚さの成膜・パターニングしながら上述の積層構造と作製する。この積層構造において、記録ギャップ膜および再生素子5のある側は、研磨して媒体対向面11を形成する。中間シールドは、下部シールド側の磁性層41をNi濃度83wt%のNiFe合金とし、上部磁極側の磁性層をNi濃度42wt%のNiFe合金で構成する。

【0017】(実施形態3)図3に、他の実施形態の薄膜磁気ヘッドの L と、中部磁極の下部シールド側の磁性層の μ との関係を示す。図2の場合と同様に、中部磁極の μ が小さくなると記録ヘッドの L が小さくなる。そして、図2の場合に比べて記録磁界強度の変化がほとんどなくなっていることが分かる。ここで用いる薄膜磁気ヘッドは、概略の構成は図4と同等である。ただし、中部磁極の構成として、下部シールド側の磁性層をCo:Ta:Zrの組成比が90:6:4wt%のCoTaZrとして、上部磁極側の磁性層をNi濃度40wt%のNiFe合金とする。

【0018】(実施形態4)また、本発明では図5に示すように中部磁極の上部磁極側の磁性層を凸形状に形成した。この構成によって、NLTSを抑制するとともに

に、磁極の体積 V を減らすことができる。

【0019】(実施形態5) 本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁極は上部磁極先端部と上部磁極後部を有し、前記上部磁極先端部の膜厚は前記上部磁極後部の膜厚より大きく形成されている構成とすることができる。ここで、前記上部磁極先端部は少なくとも2層の軟磁性膜を積層して構成され、前記軟磁性膜は連続して一体となって成膜されていることが望ましい。また、上部磁極先端部の上に上部磁極後部の一部を重ねて積層する場合、上部磁極先端部の μ を上部磁極後部の μ より大きくすることが好ましい。

【0020】この構成では、上部磁極の膜厚を厚くするため、上部磁極先端部を狭幅に形成しても、上部磁極先端部から強い記録磁界を出すことが可能となる。これにより、記録磁界の立ち上がりも改善させる。上記の本発明において、上部磁極後部の膜厚を薄くすることで、記録磁界の立ち上がりがより鋭くなる。記録磁界の立ち上がりの緩和を抑制することでNLTSを改善できる。

【0021】次に、本発明の他の実施形態について、図面に沿って説明する。図6は本発明の一実施形態である薄膜磁気ヘッドの製法を説明する工程図である。図7は図6の工程を用いて作製した薄膜磁気ヘッドの断面図であり、絶縁膜を積層した非磁性基板の上に再生素子と記録素子を有する薄膜磁気ヘッドであって、再生素子は下部シールドと絶縁膜とMR素子と絶縁膜と下部磁極を順に積層した構造を有し、記録素子は下部磁極と記録ギャップ膜と上部磁極を積層し、記録ギャップ膜と上部磁極の間に絶縁膜を介して薄膜コイルを有する。図8は図9の工程を用いて作製した薄膜磁気ヘッドの断面図であり、基本構成は図7の薄膜磁気ヘッドと同様である。図9は本発明の一実施形態である薄膜磁気ヘッドの製法を説明する工程図である。

【0022】(実施例6) 本発明の一実施形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造工程の要部を説明する。まず、図6の(1-a)に至る前の工程を先に述べる。アルミナタンカーバイドからなる非磁性の基板1の上にアルミナの絶縁膜1aをスパッタで成膜する。絶縁膜1aの上にCoTaZrの軟磁性膜をスパッタで成膜し、必要な形状にこの軟磁性膜をパターンニングして、下部シールド2を得る。次に下部シールド2の上にアルミナの絶縁層3とMR素子5を形成する。絶縁層3の上に中部磁極4と記録ギャップ膜6を形成する。中部磁極および記録ギャップ膜の上にフォトレジスト膜を硬化させた絶縁膜を介して薄膜コイル7を設ける。薄膜コイル7の上には絶縁層を被覆する。ここまでの工程は、図6(1-a)の前の工程である。

【0023】続けて、図6に沿って、上部磁極を形成する工程を上面図で説明する。まず、薄膜コイルを覆う絶縁層の上にメッキ用磁性膜であるNiFeの下地層53を形成する。この上に上部磁極の外形より大きいレジ

スト膜51を形成する(1-a)。このレジスト膜51にエッチングで所定の穴をあけてレジストフレーム52aを形成する(1-b)。前記穴に露出した下地層53にメッキで磁性膜を形成して上部磁極先端部54となす(1-c)。次にレジストフレーム52a中で点線で示した領域を除去してレジストフレーム52bを形成する(1-d)。レジストフレーム52b内の下地層と上部磁極先端部の上に上部磁極後部55をメッキで成膜する(1-e)。以上の工程で、フレームレジスト内には上部磁極先端部54と上部磁極後部55が接合された上部磁極が形成される。この後、レジストフレームをエッチングで除去し、上部磁極の上から保護膜10を被覆して、図7の断面図に示す薄膜磁気ヘッドを得る。

【0024】(実施形態7) 本発明の一実施形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造工程の要部を図9で説明する。図8は、図9の製造工程で上部磁極を形成した薄膜磁気ヘッドである。まず、基板上に薄膜コイルを設けるまでの工程は実施形態6と同様である。続けて、図9に沿って、上部磁極を形成する工程を上面図で説明する。まず、薄膜コイルを覆う絶縁層の上にメッキ用磁性膜であるNiFeの下地層63を形成する。この上に上部磁極の外形より大きいレジスト膜61を形成する(4-a)。このレジスト膜61にエッチングで所定の穴をあけてレジストフレーム62aを形成する(4-b)。前記穴に露出した下地層63にメッキで磁性膜を形成して上部磁極64となす(4-c)。次にレジストフレーム62a中にレジストマスク66を入れて、上部磁極の先端領域以外をマスクする(4-d)。上部磁極64のマスクされていない部分の上に上部磁極先端部65をメッキで成膜する(4-e)。以上の工程で、フレームレジスト内には上部磁極64と上部磁極先端部65が接合された上部磁極が形成される。この後、レジストフレームを有機溶剤によるエッチングで除去し、上部磁極の上から保護膜10をスパッタで成膜して、図8の断面図に示す薄膜磁気ヘッドを得る。

【0025】上記の本発明の薄膜磁気ヘッドにおいて、MR素子には次に挙げるものを用いることができる。例えば、磁気抵抗効果膜とスペーサとSAL膜を備えるSALバイアス型MR素子、反強磁性膜を接合した軟磁性膜と非磁性金属膜と軟磁性膜を備えるスピンバルブ型MR素子、複数の軟磁性膜を積層した構成を備えるGMR素子、2つの軟磁性膜で絶縁膜を挟む構成を備えたトンネル接合型MR素子等である。これらの再生素子の再生トラック幅は、薄膜磁気ヘッドの上部磁極先端の幅(記録トラック幅)以下の大きさにすることが好ましい。

【0026】

【発明の効果】以上述べてきたように、本発明によれば中部磁極を2種類以上の異なる材料で構成させ、記録磁界の発生に寄与する上部磁極側の層の材料には高Bs、高 μ 材料を用い、それ以外の下部シールド側の層には低

μ 材料を用いる事により、必要な記録信号の変化に対する磁極の磁束変化の遅れを減少させ、オーバーライト特性(O/W)や非線型磁化遷移点シフト(NLTS)などの記録再生特性の劣化を抑制して、高密度・高周波記録を実現できる薄膜磁気ヘッドを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による記録磁界の立ち上がり特性を示すグラフ。

【図2】中部磁極の μ と磁気ヘッドのLとの関係を示すグラフ。

【図3】本発明による中部磁極の下部シールド側の層の材料の μ と磁気ヘッドのLとの関係を示すグラフ。

【図4】本発明の一実施形態の薄膜磁気ヘッドの断面図。

【図5】本発明の一実施形態の薄膜磁気ヘッドの断面図。

【図6】本発明の一実施形態の製法を説明する工程図。

【図7】本発明の一実施形態の薄膜磁気ヘッドの断面図。

【図8】本発明の一実施形態の薄膜磁気ヘッドの断面図。

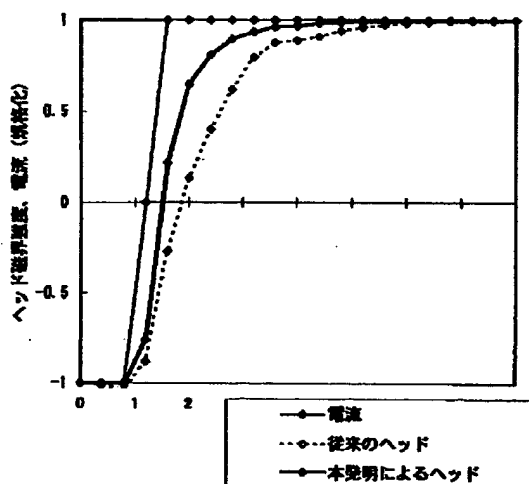
【図9】本発明の一実施形態の製法を説明する工程図。

【図10】従来の薄膜磁気ヘッドの断面図。

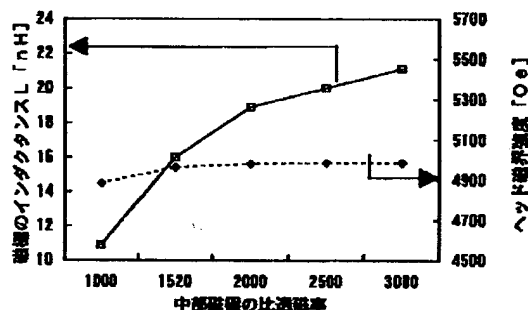
【符号の説明】

1 基板、1a 絶縁膜、2 下部シールド、3 絶縁層、4 中部磁極、5 再生素子、6 記録ギャップ膜、7 薄膜コイル、8 絶縁層、9 上部磁極、10 保護膜、11 媒体対向面(浮上)、41 上部磁極側の中部磁極層、42 下部シールド側の中部磁極層、43 上部磁極側の凸形状をした中部磁極層、44 下部シールド側の中部磁極層、51 レジスト膜、53 下地層、54 上部磁極先端部、64 上部磁極、65 上部磁極先端部。

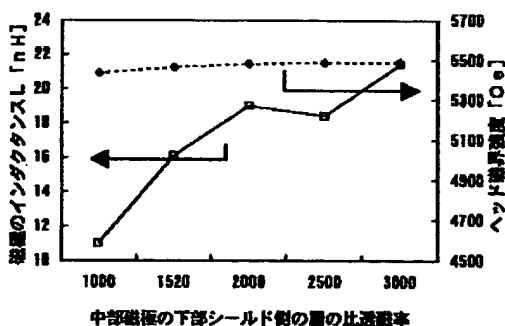
【図1】



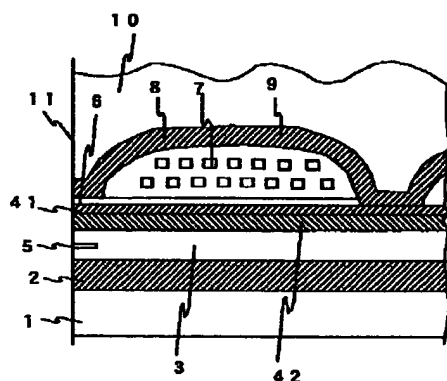
【図2】



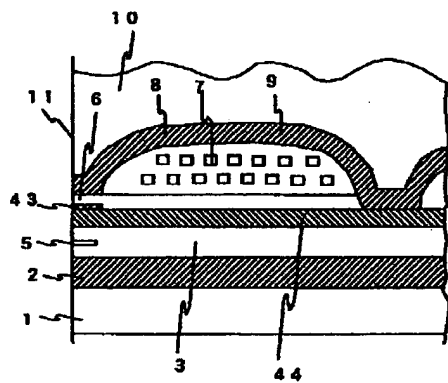
【図3】



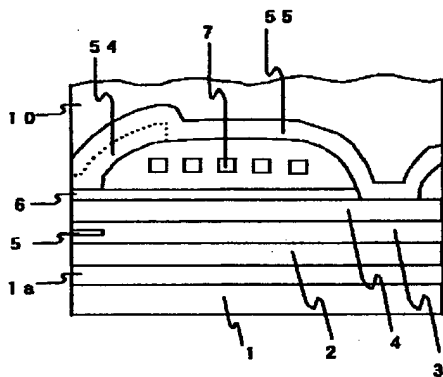
【図4】



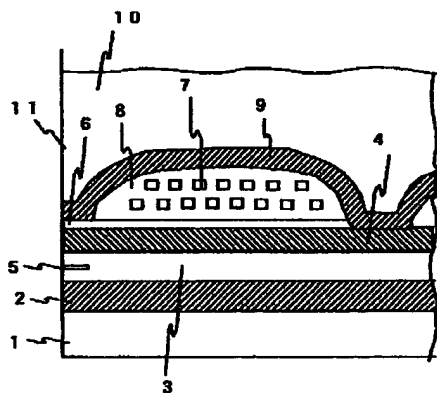
【図5】



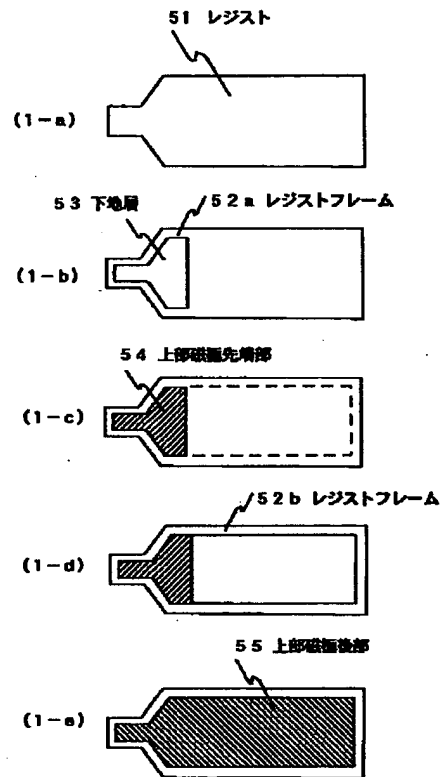
【図7】



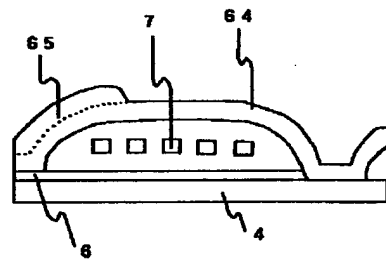
【図10】



【図6】



【図8】



【図9】

